JAXA's
006 [ジャクサス]
宇宙航空研究開発機構機関誌
NIPPON
JAXA

宇宙航空研究開発機構機関誌

日本の宇宙開発史上初めて、約1か月の間に3機の衛星が地上から旅立っていきました。まず1月に種子島から「だいち」（ALOS/H-IIA）、2月には種子島からのMTSAT-2/H-IIAと内之浦からの「あかり」（ASTRO-F/M-V）です。いずれも見事な飛翔でした。きついスケジュールを乗り越えてきた打上げ隊、実験班および関係者のみなさんに、心から「おめでとう」と「おつかれさま」の言葉を贈らせていただきます。

日本の宇宙輸送の実力を遺憾なく発揮して見せたこの時期を、打上げ実施の総責任者である三戸宰さんをしっかりと支えてくれた鹿児島宇宙センター長の園田昭眞さんに、表紙に登場していただきました。昨年4月から、その暖かい人柄でチームを率いてきたご苦労の一端を語ってもらったのが、冒頭のインタビューです。宇宙開発を支えているのが「人」であることを改めて気づかせてくれるお話ですね。

見開きグラビアには、2機のH-IIAロケットを同時並行で準備している珍しい写真をお目にかけます。これまでには滅多なことでは見られないシーンです。

2月に内之浦から打ち上げられたのは、日本初の赤外線天文衛星「あかり」です。それをリードしたプロジェクトマネージャー、村上浩さんにもインタビューをしました。この衛星でどういう仕事をするのかは、そのインタビュー記事をご覧いただくとして、このプロマネは終始にこやかで、天文学や宇宙のことを話す時だけ表情が鋭くなるのが印象的でした。

このような華やかな発射の話題とは別に、井口洋夫さんには、宇宙環境（無重量・真空など）を利用する実験について語っていただきました。さすがに長い間にわたってこの分野を指導された方の発言には、味がありますね。来年には国際宇宙ステーションに日本の実験モジュール「きぼう」が付設される予定になっています。その期待への前奏曲として、このインタビューをお楽しみください。

INTRODUCTION

ちょっと異色なのが、スティーヴン・ホーキングさんです。宇宙論の最先端を駆け続けるホーキングさんをケンブリッジに訪ねてくれたのは、平林久さんです。著書だけからはうかがえないホーキングさんの隠れた面を、平林さんが浮かび上がらせてくれていて、大変興味深い対談になりました。

さて2006年。3機の打ち上げという非常に高い山場を年頭に迎え、それを登りきったことで、JAXA全体に勢いがついたようです。克服すべき課題は多々ありますが、この明るい雰囲気を前進の力に変えながら頑張っていきたいものです。日本と世界の人々が、日本の宇宙活動の活躍に注目しています。

contents

表紙 鹿児島宇宙センター所長 園田昭眞
Photo:Isao Mogami

特集

打ち上げ続く！

この1か月の間に、種子島宇宙センター、内之浦宇宙空間観測所で3機の衛星の打ち上げがあります。このように複数の衛星、ロケットの組み立て・整備作業を並行して進めることは、JAXA、日本としても初めてのことです。現地で打ち上げ整備作業に従事する人たちは、慎重に安全に作業を進めています。打ち上げの雰囲気を、鹿児島宇宙センター 園田所長、赤外線天文衛星ASTRO-F村上プロジェクトマネージャーのインタビューなどからお届けします。

H-IIAロケット8号機による陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）の打ち上げ。2006年1月24日10時33分（種子島宇宙センター）

INTERVIEW

打ち上げ現場とともに歩む

鹿児島宇宙センターの園田所長に打ち上げを聞く

種子島宇宙センターでは、このひと月の間に2機のH-ⅡAロケットの打ち上げがあり、大忙しの日々が続いています。現場をあずかる鹿児島宇宙センターの園田昭眞所長は、「打上げ隊」でも「打上げ実施責任者代理」として打ち上げ整備作業の指揮をとります。これまで多くの衛星打ち上げに携わってきた園田所長ならではの、「打ち上げ」への思いを伺いました。

――まず「打上げ実施責任者代理」という仕事についておしえてください。

園田　ロケット、衛星の打ち上げに際して「打上げ隊」という組織が編成され、打上げ隊を統括し、打ち上げ可否の最終判断をするのが実施責任者です。実施責任者はJAXA役員の職にあり、常時TNSC（種子島宇宙センター）に滞在し、指揮することはできませんので、私が代理としてそのサポートをします。打上げ隊は衛星及びロケットの組み立て・点検、打ち上げを行うことがメインの作業ですが、それらの業務を安全に実施するための管理業務、円滑に進めるための支援業務等多岐にわたります。種々の業務は、部門ごとの責任者のもとで行われますが、全ての業務が円滑に進行するように調整、まとめるのが私の務めです。

――今回の8号機についてうかがいます。一番の特徴は何でしょうか。

園田　約1か月後に打ち上げを控えた9号機とその衛星MTSAT-2が8号機及びALOSと一緒に射場にあることが、今までと違うところですね。8号機の打ち上げ時期が遅れても9号機を長期延期しないことで、調整した結果です。射場の設備について2機同時整備の実績ができ、技術的にも可能であると実証できました。今後打ち上げ機数が増えて、短期間内での打ち上げ要望が発生した場合でも対応が可能となりました。

――2機同時に揃ったことによる難しい点はありますか。

園田　作業はシリーズで実施していますので、点検する号機を間違えることはありません。しかしながら共通で使う設備もありますの

鹿児島宇宙センター所長
園田昭眞

で、手順書、インプットするデータ等を間違わないようにしなければなりません。また、技術的側面よりは作業者の勤務管理、資材・燃料等の調達等に問題がないかに気を遣いますね。逆に、2機同時に作業を行うことで、作業の習熟、相互の情報を共有できるというメリットもありました。たとえば9号機に不具合が見つかった時に「8号機は大丈夫なのか」と見直すことができましたし。あとはそれぞれの担当者が緊張感をもって作業することが大切だと思います。

——園田所長は、これまでのほとんどの衛星打ち上げに携わってこられたそうですね。

園田　はい、種子島からの38回の打ち上げのうち、私が関わってないのはH−Iロケットの2、3回だけです。一番最初に衛星打ち上げを経験したのは入社4年目の昭和50年、N−Iロケット1号機の時でした。その頃私は、企画班と飛行安全班を兼務していて「ワイヤスカイスクリーン」担当として打ち上げの瞬間を監視しました。ロケットが予測した通りに飛んでいくのをこの目で見て、涙があふれてくるのを抑えることが出来ませんでした。計画段階から携わっていましたので本当に嬉しかった。

——その他の打ち上げで、特に印象に残っているものはありますか。

園田　うまくいった打ち上げより、苦労したことが記憶に残っていますね。昭和60年、H−Iロケット1号機の時にはロケットの組み立て、点検、打ち上げまでの作業を担当するロケット班の班長代理として参加しました。液体水素を使った初めてのロケットでしたから、打ち上げに先立ち、機体と設備を組み合わせて、打ち上げ作業を模擬した試験を行うことになりました。H−Iまではロケットを移動させるのではなく、整備塔を退避させるシステムでしたが、試験中に天候が悪化して整備塔を戻せなくなりました。関係者は寝ずに作業を行い、長時間連続勤務になりました。普段、私は夜中の出勤でも時間前には目が覚めるのですが、あの時だけはダメでした。仮眠の後、人に起こされてやっと目が覚めるという、本当に疲れていたのでしょう。今思い出すと大変でしたが、みんな一所懸命で無我夢中で仕事をしていましたよ。私も若かったし。

——以前の打ち上げと現在とでは何か違いなど感じられますか。

園田　機体を種子島に持ち込んで組み立て、点検、打ち上げるという作業の流れ、方式は基本的には同じですが、ロケットの大型化に伴う設備の大型化、職場環境の変化と電子情報化が進んだと思います。職場環境について言えば、N−IからH−Iまでは、現場で一緒に働き、余暇時はソフトボール等を楽しむなどして交流を図り、和気あいあいと作業をしていましたが、H−IIAでは合理化、効率化推進等もあり、違った雰囲気で作業が進められているような気がします。作業者の世代交代もその一因ですね。

　電子情報化では、大きくコンピューター化が進みました。たとえば手順書についてですが、以前は手書きのうえ青焼きコピー（アンモニアを使用した複写機）を使用していましたが、現在は、パソコン、メール等を使用し、簡単に加筆、修正、配布が可能となりました。また、点検装置についてもスマートで操作しやすくなっています。しかしながら私たちの世代からしますと、コンピュータを操作、理解することは大変なことです。不具合の解決、データ整理、資料作成など専門家の助言が必要です。何ごとも進歩しなければいけないのでしょうが。

——種子島への赴任は4度目ということですが、ここでの生活はいかがですか。

園田　自然が豊かで、私は楽しく過ごしています。初めての時は、N−IからN−II打ち上げの5年間でした。家族を同伴し、子育て、TNSCのサークル活動への参加、地元の人達とのスポーツ交流をよく行いました。2度目の時は外部への出向で単身赴任の2年5か月。ウォーキングから始めて、ジョギングへと進み、ロケットマラソンにも出場し、ダイエットに成功しました。3度目はH−IIAの初号機から5号機の打ち上げまでの3年2か月。妻を同伴し、一緒に歩いたり、釣りを楽しんだり。今回の赴任では8号機が最初の打ち上げとなります。

——昨年4月からセンター所長として迎えられ、どういう思いでいらっしゃいますか。

園田　鹿児島宇宙センターから打ち上げるロケットは、全て成功させるのが目標です。そのためには、施設設備を常時、健全な状態に維持する必要があります。これが大変なことです。射場は海の傍にあり、塩害、台風被害を受けやすい環境です。点検、確認等を行いつつ、スタッフの英知を結集し、不具合撲滅に取り組んでまいります。

　現場の人達が仕事しやすい環境づくりも必要です。また、打ち上げに協力いただいています地元との連携も大事です。責任を重く受け止め、チームワークでこれらの課題を一つ一つクリアして行きたいと思います。

INTERVIEW

日本初の赤外線天文衛星

「ASTRO-F」の思想と技術

JAXA宇宙科学研究本部
赤外・サブミリ波
天文学研究系研究主幹／
「ASTRO-F」
プロジェクトマネージャー
村上浩 教授

「神は細部（ディテール）に宿る」という言葉は、赤外線天文観測衛星「ASTRO-F」にも当てはまる。望遠鏡の心臓部である「反射鏡」や「検出器」はもちろんのこと、それらを極低温に保つ冷凍機や液体ヘリウムを収めるタンクの「栓」ひとつに至るまで、ミッション全体と細部は密接に結びついている。

いっぽうで、神はあまり寛容ではない。時間や費用、G（加速度）や振動、フェアリングのサイズなどのさまざまな制約を、科学者やエンジニアたちに課してきた。そして開発スケジュールに大きな変更を与えた「反射鏡接合部のトラブル」や、衛星組み立て直前に明らかになった「電子部品パッケージの不良」という試練をも与えた……。

それらを乗り越え、「ASTRO-F」はこの2月22日に、内之浦宇宙空間観測所からM-Vロケット8号機で打ち上げられた。「あかり」と命名。メインのミッションは、従来の数十倍の感度と解像度の赤外線望遠鏡による「全天サーベイ観測」の完遂である。

「ASTRO-F」のディテールがどんなもので、それはどういうミッション要求によるものなのか。そしてミッションの達成は、どういう意味を持つことになるのか。内之浦宇宙空間観測所で衛星の最終調整作業に立ち会う、プロマネの村上浩教授を訪ねて聞いた。

（写真と文：喜多充成）

ノーズフェアリングに収められる直前の「ASTRO-F」。
イラストのちょうど下側（腹側）から望遠鏡先端を見ている。

望遠鏡を、巨大な赤外線放射体である
太陽や地球に向けるわけにはいかない。
「衛星は常に、おしりを地球に向けた姿勢で
飛ぶんです」（村上教授）と紙コップで実演。

――とにかく宇宙のすべてをくまなく見尽くそうという、実に遠大な計画ですね。

村上　「全天サーベイ」というのがそれです。「赤外線」で観測を行います。

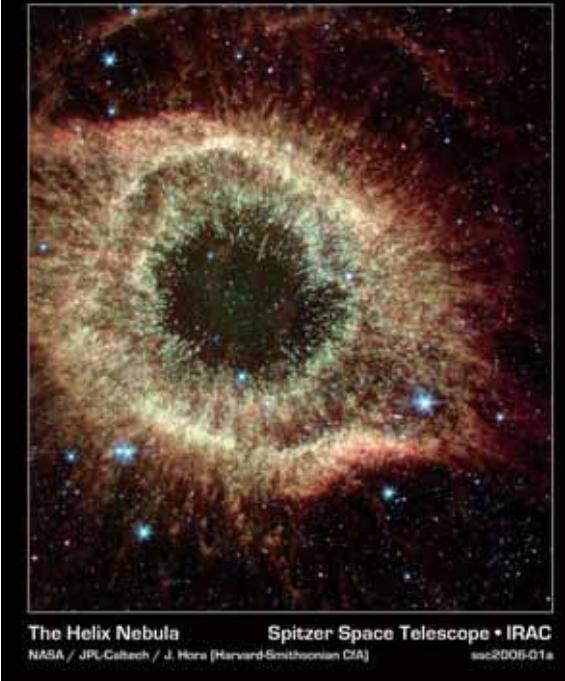
――赤外線と聞くと、つい「こたつ」や「焼き芋」など、温かいものを想像してしまいますが、不謹慎でしょうか。

村上　結構ですよ（笑）。赤外線で宇宙を見るというのは、宇宙の中の「温まっている領域や天体」を観測することになるわけですから。

赤外線で星の誕生を「見る」

――そこでは何が起こっていますか？

村上　星のもとになる物質や、星が生まれようとするところであろう、と。宇宙空間はほとんどが絶対温度3K（ケルビン。約マイナス270度C）ほどのつめたい世界ですが、そこをただようチリやガスが近くの星に照らされたりして少しだけ温まったとすると、それが観測できる。わずかに10Kとか20Kの話ですが、感度の高い赤外線センサーを使うことで、その様子が「見える」わけです。

――「すざく」のようなX線天文衛星は、超新星爆発による数千万度とか数億度に達するような高エネルギー現象をX線で見ようとしています。それからすると、かなりおだやかな現象を見ようとする、いわば「低エネルギー物理学」というようなことになるんでしょうか。

NASAのスピッツァー衛星による、星の終末の写真。
NASA/JPL-Caltech/J.Hora (Harvard-Smithsonian CfA)

望遠鏡であり、衛星であり、冷凍庫である観測システムは、どう作られ、何を狙うのか

村上　中国語では「高能物理」「低能物理」と区別していますね、日本語ではやめたほうがよさそうな呼び方ですが（笑）。いずれにせよ、そういうおだやかな天文現象を全天にわたって「無バイアス」で、つまり特定の観測対象を定めずに観測しようというものです。もっと砕いて言うと「何も考えないで見る」わけです。

――実もフタもない表現です（笑）。

村上　ところが、「考えず」に見るから、ひょっとしたら「考えも及ばなかったような」成果が得られるかもしれない。実はそこに一番期待しているんです。

「考えも及ばない成果」を期待

――たとえば？

村上　考え及ぶ範囲でお答えしますと、X線天文の分野でも主要なターゲットである星の終末が、赤外線でもかなり解明できそうなんです。超新星爆発を起こすような星は稀で、ガスやチリを周囲に噴き出しながら、静かに寿命を終えていくもののほうが圧倒的に多数派です。「惑星状星雲」と呼ばれる天体（写真）などは、周期的に噴出したガスやチリが照らされ、同心円状になって光っているものと考えられていますが、じゃあなぜそうなるのか、メカニズムはあまりよくわかっていない。より精度が高く、統計的処理も可能となるほど大量のデータが揃うことで、星の終末のメカニズムの理論的な解明に大きな進歩が期待できます。

――超新星爆発のようなノイジー・マイノリティ（喧しい少数派）ではなく、サイレント・マジョリティ（声なき多数派）を対象とした世論調査を、サンプル抽出ではなく全数調査でやることによって、宇宙の進化史がより確かなものになる。ひょっとして、通説をひっくり返すようなとんでもない事態が……。

村上　起こらないかもしれませんし、起こるかもしれません。それが楽しみなんです（笑）。

まず必要なのは「口径」

――いったいどこから、衛星のデザインに手をつけましたか。

村上　それはもう、反射鏡の口径ですね。「ASTRO-F」は赤外線観測装置であり人工衛星であるわけですが、まず第一に天体望遠鏡であるからです。望遠鏡だから解像度は高ければ高いほどい

い。それにはより大きな口径の鏡が必要です。

――「ASTRO―F」では？

村上　当初は1m級ということで技術的検討を始め、直径71cm、有効口径68・5cmとなりました。

――なぜ1mから？

村上　M―Vロケットのノーズフェアリングに収まり、一定の期間運用が可能な最大の大きさはどの程度か、ということでスタートラインを設定したんです。

――すばる望遠鏡でも「10m級」から技術的検討を始め、口径8・2mに落ち着いた。サイエンスの要求とエンジニアリングの実力には、2割前後の隔たりがあるということなんでしょうか。

村上　うーん、天文学者は欲張りなものですから（笑）。

――反射鏡の材質は？

村上　耐熱材料としても知られ、非常に硬くて軽量な「炭化ケイ素」を使って、重さを11kgに抑えました。もしガラスで作ったら、ひと桁重くなっていたと思います。

――熱に強くて硬くて軽いと聞くと、加工も困難なのではないですか？「鏡」なので要求精度も高いでしょうし。

村上　まさに。望遠鏡システムは光学メーカーのニコンさんが担当しましたが、反射鏡は半導体のパッケージやセラミック材などを手がける会社が担当し、相当苦労された。CVD（化学気相成長法）など半導体技術を使って、やりとげてくれました。

「宇宙を飛ぶ省エネ冷凍機」

――冷却のしくみは？

村上　それが観測システムの鍵を握るものです。望遠鏡全体を冷凍庫に収めているわけですが、それをいかに高性能にするかが、観測期間や感度や解像力など、望遠鏡としての能力すべてに関わってきます。世界で最初に赤外線全天サーベイ観測をやった米英蘭協同の「IRAS」という衛星では、600リットルの液体ヘリウムを搭載していましたが……。

――タンクだけでもかなり巨大そうですね。

村上　厚みのあるドーナツ状で、その空孔部に望遠鏡が配置されていました。ASTRO―Fでそれをやると、そもそもM―Vの直径2・5mのフェアリングに衛星が収まりません。タンクを小さくするためにはとにかく冷却の効率を上げることが大事です。担当した住友重機械工業さんと一緒に苦労しました。

――赤外線の場合は「冷やせば観測能力が高まる」のではなく、「冷やさないとそもそも観測ができない」わけですからね。冷凍機は省エネであればあるほどいい。

村上　そうなんですよ。ASTRO―Fでは、スターリングサイクル冷凍機という、非常に高性能な熱の汲み出しポンプを2機搭載して効率を上げ、搭載するヘリウムを減らし、ずいぶん衛星を軽くすることができました。冷却効率のアップが、反射鏡の口径をはじめとする観測能力のアップにつながっています。

――X線天文衛星の「すざく」では、極低温の世界記録を達成した後、冷却剤の液体ヘリウムが蒸発するという残念な事態がありました。

村上　気化したヘリウムが断熱効果を阻害して温度が上がり、さらに温度が上がって蒸発が進むというサイクルに陥り、一気になくなってしまったようです。0・06Kの極低温という高いハードルを狙っていたからこそということもあったかもしれませんが、残念なことでした。

熱が来ると冷える奇妙なシステム

――ASTRO―Fでは？

村上　要求する極低温のレベルは、それよりふた桁高い、絶対温度6K（マイナス267度C）。検出器部分では2K、マイナス271度C）です。また、外部から入熱があると、より多くのヘリウムが気化し、それが望遠鏡本体をさらに冷やしながら外部に逃げていくような構造になっています。「外から温められると、中の温度が下がる」という、ちょっと奇妙なシステムになっているんですよ。

――はぁー、手品のようです。

村上　さらに、液体ヘリウムをタンク内にとどめておくためにも、手品のタネのような部品を使っていますよ。

――面白そうです、教えてください。

村上　極低温の液体ヘリウムは「超流動」と呼ばれる粘性抵抗がゼロのサラサラの状態となっています。どんな小さな隙間にも入り込みますし、さらに無重力なので「フィルムフロー」といってタンクの内壁をくまなく覆ってしまっています。このタンクから、蒸発したガスのヘリウムだけを外に逃がさなければならない。そこに手品が必要なんです。

タネあかしは、素焼きの「栓」

――ストローのような細い管を差し込んでもダメですか？

村上　ストローの壁をつたって液体ヘリウムが流れ出してしまいます。

――「屏風の虎を捕らえよ」という類の難問……。

村上　ここに「ポーラスプラグ」と

いう特殊な部品を使います。1円玉を4枚重ねたほどの素焼きの「栓」です。

――小さい！　でも素焼きだと漏れ出しますよね？

村上　多孔質なのでもちろん表面まで液体ヘリウムが浸み出てきます。そしてプラグの表面（外側）で蒸発します。

――でしょうね。すると？

村上　蒸発の気化熱で回りを冷やすので、プラグ表面の温度は低くなる。するとタンクの外側（プラグ表面）から内側に向かって温度勾配ができる。これが内側から外側に向かおうとする液体ヘリウムを押し返す働きをするんです。

――原理はかなり難解そうですが、「集団の結束を維持するには、適度かつ継続的なガス抜きが不可欠」というようなことと似ていますか？

村上　そうですね、今度からそう説明することにしましょう（笑）。そのほかにも、搭載の電子機器の消費電力をミリワット以下の単位で削ったり、衛星のバス部分とミッション機器を熱的に分離するなどの工夫も加え、170リットルの液体ヘリウムで約550日間、冷却システムを稼働させることができると見積もっています。それだけ稼働してくれれば、じゅうぶん全天の観測を終えられるわけです。

――最初の衛星「IRAS」が600リットルで……。

村上　11か月間の観測を行いました。そこから効率はひと桁近く改善していることになりますね。「IRAS」は1983年に打ち上げられた衛星で、彼らが行った赤外線全天サーベイ観測は、その後の赤外線天文学の出発点となりました。NASAのハッブルやスピッツァー、欧州のISOなどが、「IRAS」のデータを参考にしながら、素晴らしい成果を上げています。

――「IRAS」から20年あまりを経て、今度は日本がその役割を担うわけですね。

新たなスタートラインを画す

村上　ひと桁以上高精度・高感度のサーベイ観測を行い、数百万個の天体を含むデータベースを構築したいと思っています。衛星そのものと対をなす「全天データベース」は巨大なものになります。この準備をヨーロッパや韓国の研究者たちとともに進めています。得られた観測データは、1年間はわれわれ自身で楽しませてもらってから、世界中の研究者に公開されます。

――噛みしめるわけですね（笑）。

村上　楽しみです（笑）。そしてこれが、赤外線天文学の新たなスタートラインとなるわけです。

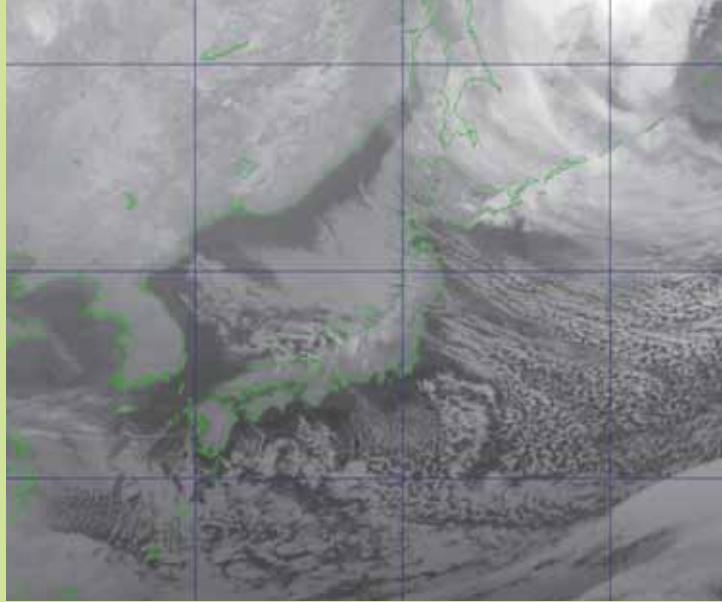
――「人類の共有財産」ともなる……。

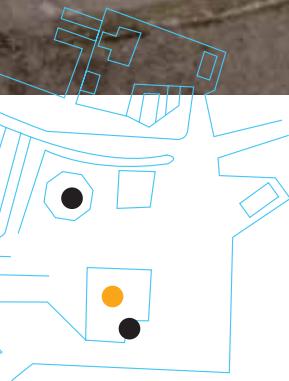
村上　そうなってほしいですね。

宇宙科学研究本部ホームページに、報道機関向けに行われた説明会の記録が掲載されています。赤外線の基礎知識（写真：冷・温の缶コーヒーの赤外線画像）から観測の意義までが、たいへんわかりやすく詳しくまとめられたページです。興味を持たれた方は、ぜひご覧になることをおすすめします。

ASTRO-F衛星早わかり
http://www.isas.jaxa.jp/j/enterp/missions/astro-f/knowledge_1.shtml

MTSAT-2/H-IIA-9の打ち上げ成功

2月18日に、H-IIAロケット9号機で打ち上げられた運輸多目的衛星新2号（MTSAT-2）は、昨年2月に打ち上げられたMTSAT-1R「ひまわり6号」と同様に、地上3万6000kmの静止軌道上に投入されます。MTSAT-2は2つのミッションがあります。国土交通省航空局が運用する航空交通管制ミッションでは、MTSAT-1Rとの2機体制により確実な管理体制をめざします。また、気象庁が運用する気象観測ミッションでは、軌道上バックアップ衛星として待機します。

「ひまわり6号」画像
昨年6月28日から運用を開始した「ひまわり6号」は、これまでのブランクを取り戻すかのように、連日、様々な地表、雲の表情を私たちに伝えています。
例年になく寒い日本列島の姿を「ひまわり6号」は捉えています。
1月23日9時画像
冬型の気圧配置が強まり、日本海側の広い範囲で雪となる。太平洋側にも雪雲が流れ込み、東京都心でも小雪が舞った。
凍りついた日本列島は、和寒（北海道）－30.7℃、中頓別（北海道）－30.6℃、長野－6.2℃、東京－1.1℃、熊本－0.8℃と冷え込んだ。（資料提供：気象庁）

A　ロ　ケ　ッ　ト

昨年12月19日、種子島宇宙センターで珍しい光景がありました。この日、大型ロケット発射場で「２つのH-IIAロケット」を見ることができたからです。大型ロケット組立棟では最終整備作業進める8号機（1月23日「だいち」の打ち上げに成功しました）と第1射点で極低温試験を行う9号機（2月18日、運輸多目的衛星新2号の打ち上げに成功しました）の2機です。

上の写真は、ランドショットカメラという特殊なカメラで撮った「2つのH-IIAロケット」です。このカメラは360度の撮影ができるもので、航空写真とか建設現場などで使われます。この写真は中央にカメラを設置し180度の設定で撮影しました。右写真は普通のカメラで撮った第1射点から見た「2つのH-IIAロケット」です。

（RSC/JAXA）

２つのH－II

種子島宇宙センター
大型ロケット 発射場

● 大型ロケット 発射管制棟（B/H）
● H-IIA-8
● 大型ロケット 組立棟（VAB）
● カメラ位置
● 第1射点（大型ロケット）発射塔
● H-IIA-9
● 第2射点

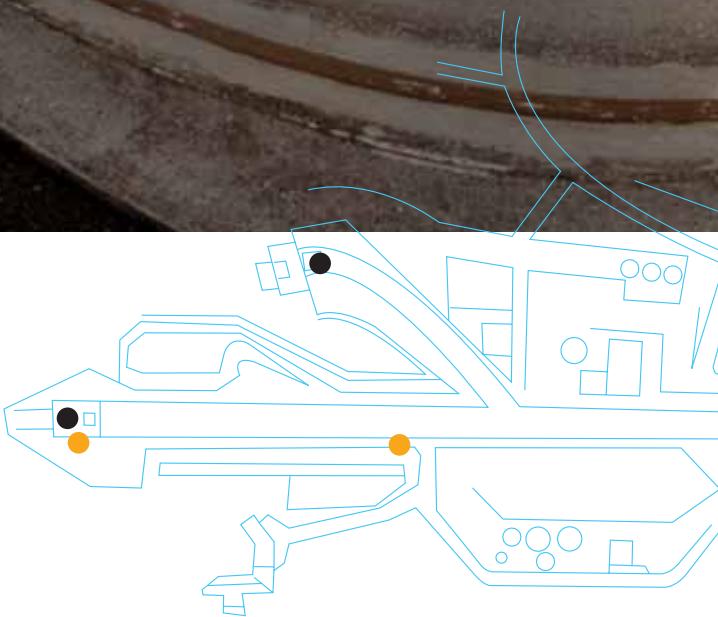
JAXA顧問

井口洋夫×寺門和夫 対談

科学ジャーナリスト「JAXA's」編集委員

わが国の宇宙実験 成果と課題/今後の展望

未知の世界への挑戦を通じて

私たち地球に生きるものが抱く宇宙環境への興味を、
さまざまな実験を通して追求してきた多くの科学研究者たち。彼らの体験を通して得られたものは何か、
今後に期待されるものは何かを、JAXA顧問の井口洋夫さんとともに考える。
宇宙科学実験について熱く語る井口さんに、科学ジャーナリストの寺門和夫が
これまでの実験の意義と教訓、そして未来を問う。

同じ失敗を繰り返さないために

寺門　井口先生は、日本マイクログラビティ応用学会誌『JASMA』で出した『我が国の宇宙実験―成果と教訓―』の監修をなさっています。ここには宇宙実験についての歴史的な経過がまとめられていますね。

井口　宇宙環境利用研究というのは学術全体からは若干特殊なところがあって、宇宙実験ひとつひとつは綿密に行われ報告されているのに、全体をまとめて発表する機会があまりなかったんです。今後この分野の研究に携わる人に役立ててほしいということから、学会誌で総括して400ページの雑誌にまとめてもらいました。さらにその要旨を抜粋した16ページの冊子をまとめました。成功しなかった実験はなるべく発表したくないのが研究者の心情でしょうが、しかし二度と同じ失敗を繰り返さないために、それもきちんと書き残しておこうということで、このような形になりました。新しい分野の開拓には必要なことです。

宇宙実験における大きな分野というと生命科学と物質科学があげられます。宇宙飛行士自身が関係しますが医学も重要な分野です。

寺門　日本における宇宙実験というと、やはりスペースシャトルでの毛利衛さんのFMPTが初めての本格的な実験といえるでしょうか。

井口　本格的にはそうですね。あれは1992年の実験ですが、70年代中頃からの準備だったと聞いています。手探りで、無駄も多かったと思いますが、それが今、血となり肉となっています。宇宙実験の難しさは同じ実験の繰り返しが困難で、一発勝負的な要素が大きいところです。向井千秋さんのプロジェクト(STS-95、1998年)の時には、課題選定に私も参加していたのですが、地上での準備はできるだけ繰り返しやるようお願いしました。あの時の強い印象は、さまざまな分野の人間が協力し、一体となって行わなけれ

井口顧問が監修した
『我が国の宇宙実験―成果と教訓―』

ばならないということです。冊子にも書いてありますが、宇宙実験に大切なのはチーム力。専門家、装置担当者、運用担当者、実験担当者といったそれぞれの分野の方の協力が必要です。そして地上実験95%、宇宙実験5%、それほど地上での準備を重ねることが重要だと思います。

寺門　先生方のほうから研究テーマが出る。それを宇宙で実験するためにはそのための装置が必要ですが、装置はスペース的にも電源の容量にしてもスペースシャトルに合わせなければならない。確かにチーム力がなくては全体としてまとまらないですね。それから先人の知恵も大事ですね。実験の間隔が空いてしまうと、ノウハウが直接お弟子さんにつながらないということもあります。

井口　おっしゃる通りです。実験したいのだけれど実行できないというのはストレスもたまりますから。待機している間に実力をつけて、宇宙実験の実施のときに一気に爆発してほしい。先ほど寺門さんがおっしゃられたように、テーマを考える人や装置を準備する人などそれぞれの立場がありますが、そろそろ研究者自身も宇宙実験のノウハウを習得して「これを宇宙にもって行きましょう」と実験遂行のアイデアを提出する時代が来ることを期待したいと思います。

宇宙実験はハイテクでなく、ローテク

寺門　他にも教訓のひとつとして、シミュレーションの重要性もあげられていますね。

井口　宇宙実験では予想してないことが起こり得ます。表面張力の問題のように過去30年何度も遭遇しているはずですが、出てこなかった事例もあります。したがって宇宙実験に際しては地上で徹底的に調べなきゃいけないですね。そこでシミュレーションが役立ちます。

寺門　シミュレーションというのはある程度わかっていることを予測して行うものですが、宇宙空間にはまだ発見されてないことがたくさんあるということですね。

井口　そうです。まだ新しい分野ですから宇宙実験にはまだわからないことは沢山あります。

さらなる宇宙実験成功の教訓としては、科学と技術の融合があげられると思います。技術の主体であるノウハウは、なかなか文章では書けないのです。私自身の体験としていえば「宇宙実験の目的(科学成果)達成のためにはノウハウの塊である最適な手段(技術)が必要である」といえます。そのためにはフライト装置や試料作成は慣れ親しんだものがいい。逆説的ですが、宇宙実験はハイテクではなくすべて知り抜いたローテクだと私は思っています。

寺門　冊子には「独自の成果は独自の装置から」とありますが、この「独自」というのは「日本独自の装置」ということと、いろんなノウハウが加わり、先人の実験成果から改良を加えてさらに使いやすくなったものという両方の意味が込められているのですね。

井口　おっしゃる通りです。私が期待しているのは、宇宙で実験することが自分の研究範囲ではないと感じている人が、「こんなこともできる」とわかったとたんに、「それならば自分も」と新しく参加することが多くなってくれることです。宇宙実験開始の試行錯誤の時代は、やること自体に意義があったと思いますが、それを通していろんなことが発見できた。おたまじゃくしやめだかを宇宙に連れて行っても普通に生きている。そういうことはやってみなければわからない。錫の拡散係数測定の実験では、地上実験では見られなかった特性を示しました。こういう発見こそが宇宙環境利用研究の開拓につながるのです。

寺門　実際に人間の目で観察するということも、ひじょうに大事ですよね。意外なことが起きた場合

上　毛利衛宇宙飛行士の水中花実験：
空中に浮ぶ水球は、様々な実験場を提供してくれる
下　スペースシャトル(STS)中の
植物に水をあげる向井千秋宇宙飛行士

は、機械がそれを判断することはできませんし。

井口　まったくその通り。我々はコンピューターを駆使した上で、「人間は決してコンピューターに使われるな、コンピューターを使え」という基本的な考え方が必要です。最終判断はできるだけ人間が行なくてはなりません。宇宙ステーションの中でも、有人の優位性は失われません。これまでの実験例でも、たとえばメダカの観察では、予期しない現象や異常の兆候を捉えて実験を成功させました。これは、実験そのものはシンプルなのですが、有人でなくてはできないと思います。特に医学研究では、有人が研究そのものです。

寺門　そうですね。

これからは成果を競う時代

井口　生命科学関係における教訓としては、打ち上げスケジュールが優先されるため、研究者が直接観察できない工程が含まれるということです。そのため、いわゆるブラックボックスの中で実験が進行することも、事前に十分考えなければならない。これも是非知っておいていただきたいと思います。

寺門　僕もいろんな取材をして感じたのですが、打ち上げ前にシャトルに積み込んだ状態で、1日か2日どうしてもブラックボックスになっちゃうんですよね。戻ってきてからもすぐに取り出せないということもある。これらは生物実験においてはひじょうに大変なことですね。

井口　致命傷にならないように十分考え工夫しなくてはならないですね。これはよく失敗につながります。ちょっと目を離した瞬間、いろんなことが起きますから。この点、地上実験と違っています。初体験の宇宙実験では、「実験を行うことに意義があった」と申しましたが、これからは成果を競う時代に入ります。今迄、宇宙実験に全力を投入した研究者、技術者に加わって、新しい考え方を持った研究者に参加してもらいたいと思います。

寺門　日本はものづくりとかロボットの技術とか、精密工学を得意としていますよね。実験装置を作り、職人的にうまく動かす工学的なノウハウも本来あると思う。それを生かせると、日本は宇宙実験の分野でも世界にひけをとらないようになると思うのですが。

井口　そうだと思います。国際協力である宇宙実験では"国境は無い"と言えます。しかし成果には国益があります。したがって、宇宙実験に参加する研究者・技術者にとっては、成果に対する優先権を明確にしておかないといけないと思います。

H

JAXA顧問。1927年生まれ。広島県出身。
1950年東京大学理学部大学院修士課程修了。理学博士（東京大学）。
1967年東京大学教授（物性研究所）。
1996年宇宙開発事業団宇宙環境利用研究システム長。
2003年JAXA顧問（現在に至る）
1994年文化功労者、2001年文化勲章受賞。

宇宙実験を理解しやすい言葉で示す

寺門　宇宙実験に対する若い研究者たちの動きはどうですか。

井口　JAXAの宇宙科学研究本部では、次々期の宇宙実験課題をめざす60くらいのワーキンググループが活動しています。また97年度より「宇宙環境利用に係わる公募地上研究制度」を立ち上げ、第8回（05年度）までに応募件数2554件、採択649件。その中から10～15%程度を宇宙実験に育成しつつあります。宇宙を飛行している国際宇宙ステーションに「きぼう」日本実験棟が合体する07年以降は、研究者はもっと活気が出ると思っています。

寺門　無重力下での生命現象などは興味深いところですし、研究者だけでなく、一般の人にもこうした成果を発表してあげたらいいのではないでしょうか。

井口　まさにおっしゃる通り、それは我々の責任です。宇宙実験を理解しやすい言葉で示さなければいけませんね。

寺門　宇宙飛行士になりたいと思う子供たちがいるように、科学者になって宇宙でこんな実験をしてみたいという人がどんどん出てくるようになると、日本の科学や工学にとっても良い展開になるのではないかと思います。

井口　そうですね、航空機利用の短時間（20秒）宇宙実験に応募した学生の提案である「線香花火を宇宙でやったらどうなるか」は、とてもおもしろい発想です。こうした冊子に限らず、一般読者のために「宇宙実験ってなに?」と簡単にまとめたものを作るなどして、宇宙実験の意義をもっと多くの人に伝えたいですね。

（文・山中つゆ）

宇宙論の先端を行く世界的研究者であり、
それを一般向けにわかりやすく伝えることにも精力を注ぐ、ホーキング博士。
世界的に宇宙論ブームを巻き起こした著作『ホーキング、宇宙を語る』からおよそ20年の歳月を経て、
さらに簡潔に宇宙の謎を綴った『ホーキング、宇宙のすべてを語る』が日本でも刊行されました。
現在は、観測技術の進歩によって、宇宙に関する理論の検証が大きく進んでいます。
実証と実践で宇宙に挑戦するJAXAと、
イマジネーションと理論で宇宙の謎に迫る
ホーキング博士。アプローチの仕方は違っても、
宇宙にかける強い思いに変わりはありません。
JAXAの平林久教授（電波天文学）が、
ホーキング博士にインタビューし、
偉大なるホーキング博士の素顔に触れました。

ホーキング博士、遥かな時空に思いをはせて

胡桃の殻のなかから

—ケンブリッジの空で—

JAXA 宇宙科学研究本部
宇宙情報・エネルギー工学研究系教授
平林 久

私たち人間にくらべれば、宇宙はとてつもなく広い。小さな地球の表面に生きていながら、探究心や創造力は広い宇宙にも向かっています。

今回のインタビューのホーキング博士は、もっとも先進的に宇宙の根源的な謎に取り組んでこられました。ブラックホール、そして宇宙の始まり。20世紀の末に、世界のたくさんのひとがホーキング先生の著書を読みました。あんな難しい内容の本を、あんなにたくさんの人が読んだということは、人が根源的な謎に惹かれているという証です。

博士のいらっしゃる数理科学研究所はケンブリッジの町の中心を外れたところにありました。インタビューは12月14日、赤穂浪士討ち入りの日。ご不自由な身の博士とは握手もできませんが、こちらの言葉は通じます。「日本の仲間は、わたしが笑うと『不思議な国のアリス』のチェシャ猫に似てるっていいます。だから英語はチェシャー州なまりでしょう」という大和猫に、ホーキング博士の頬が緩んだようでした。

ホーキング博士の著書に『クルミの殻のなかの宇宙（**The Universe in a Nutshell**）』というものがあります。固いクルミの殻は、制限されたわたしたち、あるいはもっともっと肉体的に制限されたホーキング博士、それなのに壮大な宇宙の謎にむかっているではありませんか。そう思うと、子供の頃に割って遊んだ樫ぐるみの実は、ほんとに人の脳に似ています。博士の研究室に入って、部屋そのものが殻なのだと思いました。ほとんど身動きされない博士とは、その脳が対話相手と感じてしまうのです。

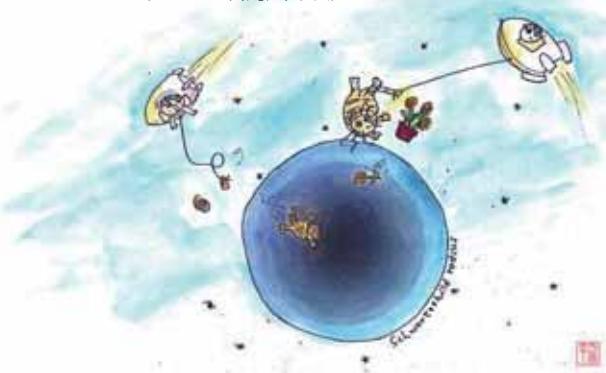
インタビューの質問はあらかじめ英文にしてお送りしておきました。こうなったら、インタビュアーは私でなくてもよかったのです。「それでも降ろされなかったのはマスクのせいなんでしょうね？」と聴くと、スタッフは、ニヤニヤと「声がよかった」などとはぐらかしました。

実際にお会いする機会を与えられて、思い知りました。研究生活をし、気分を転換し、肉体を動かし、稽古ごとなどに励める幸せを大事にしないといけない。頑張らなければならない。もっと知的であらねば、など。

インタビューでお邪魔をしてしまい、その分、博士の研究が遅れてしまったかもしれません。ですから、インタビュー記事をお読みになった皆さんが、よきことを感じてくださるならば、たいへんうれしいと思います。

翌日はケンブリッジの電波天文グループのいるキャベンディッシュ研究所を訪れました。ホーキング先生の研究室から数百mほど離れたところです。キャベンディッシュといえば、万有引力定数を測定した人。さらに、近くの電波天文台にでかけました。パルサー（中性子星）発見や電波干渉計と宇宙論的観測の流れを作りだした電波望遠鏡がならんでいます。広大な敷地に立って空を眺めました。学生時代に知った電波天文学の聖地にして、ノーベル物理学賞を生みだした望遠鏡の地なのです。この望遠鏡の発展型のひとつが、衛星「はるか」の実現したスペースVLBIです。ケンブリッジの空は、こんな学問領域やホーキング博士の脳を育んできたのです。

ケンブリッジの静かなアカデミックな雰囲気に惹かれ、身のまわりにこんな空間ができたらいいなと思っています。

「ブラックホールに落ちる夢を見てしまったかわいそうなチェシャ猫」（筆者画）

発見するスリル

――博士が、理論物理学や宇宙論の道を選んだ理由を教えてください。

「なぜ人類が、ここ（地球）に存在するのか」という壮大な疑問に対する答えを見つけたかったからです。「私たちはどこからやってきたのか？」。若い人たちにもこの疑問の答えを追求してほしいものです。"誰も知らなかったものを発見するスリル"に勝るものはありませんからね。

――現在は、どんなことに取り組んでいらっしゃるのですか。

今は、ブラックホール、そして、初期の宇宙がどのような過程を経て現在の姿になったのかということを研究しています。

また、特に「どのようにして宇宙がゼロから自然発生的に作り出されたのか」ということと、「どのように情報がブラックホールから出て行くのか」というテーマに力を入れています。

――日本のX線天文衛星「あすか」などのデータはご覧になったことはありますか？ また、日本のX線天文学や宇宙開発には、どのような印象や期待を持たれていますか？

日本のものを含め、X線衛星のデータは、ブラックホールの発見に大変役立っています。ブラックホールそのものがX線を放出するわけではないのですが、まわりを取り巻く円盤状のガスが螺旋を描きながらブラックホールに吸い込まれる時に、非常に高温になりX線を放射するのです。このX線を観測することで、大きさ数kmのものから何百万kmのものまで、多数のブラックホールを観測してきました。

日本には、長年にわたる理論天文学の素晴らしい伝統があります。観測天文学、X線天文学がそれに続き、現在では非常に活発なものとなっていますね。

宇宙の謎の最前線

――現代物理学でいまだ解き明かされていない最大の問題とは何ですか？

M理論が宇宙の究極的な理論だと考えていますが、まだ断片的な理解をしているに過ぎません。ジグソーパズルで言えば、端は埋めてしまったものの、まだ真ん中にぽっかりと穴が開いているといった状態です。もちろん、全体像を誤って捉えてしまっていることに気付く可能性もあります。予期せぬことも起こりますからね。

※M理論とは現在、森羅万象を1つの理論で説明する「完全な統一理論」である可能性が最も高いと考えられている物理学の理論。宇宙に存在する4種類の力（重力、電磁力、弱い核力、強い核力）の関係を解き明かす

――20世紀に解明されないまま21世紀にもちこされた宇宙の大きな謎には、「重力だけをおよぼしながら目には見えない暗黒物質」や「宇宙の加速膨張を起こす暗黒エネルギー」などがありますが、今後どのようにこの謎が解き明かされると思われますか。

私たちや恒星を形成する普通の物質というのは、宇宙の質量のわずか5パーセントにすぎません。そして、その他の25パーセントを目には見えない暗黒物質が占めていて、その存在は重力を観測して検出することが可能です。残りの70パーセントは、いわゆる暗黒エネルギーとして存在しています。このエネルギーは、普通の物質や暗黒物質のように宇宙の膨張を減速させるのではなく、加速させる性質を持った謎のエネルギーです。暗黒物質なら、運に恵まれれば、相互作用をする何らかの弱い粒子であることを確認できると思いますが、暗黒エネルギーを確認するのは、さらに困難です。ゆっくりと崩壊する場（フィールド）の可能性もあるのですが、私はむしろ、いわゆる真空エネルギーではないかと思っています。もっと正確な測定ができるようになれば、こういった可能性を吟味することができるかもしれません。

『ホーキング、宇宙のすべてを語る』
ランダムハウス講談社

S　H

スティーヴン・ウィリアム・ホーキング。
ガリレオの死から300年後の1942年1月8日にオックスフォードで生まれる。
57年、オックスフォード大学付属のユニバーシティ・カレッジに進学。
オックスフォード大学、ケンブリッジ大学大学院で物理学と宇宙論を専攻する。
74年、32歳のときに史上最年少でイギリス王立協会会員となる。
79年からケンブリッジ大学ルーカス記念講座教授となり、現在に至る。
12の名誉学位を持つ。大学院在学中に、筋萎縮性側索硬化症であることが判明。
車椅子での生活となる。85年に肺炎で気管切開の手術を受けたあと
話をすることができなくなり、以後は、コンピュータを介して会話する。
障害を抱えながら「ブラックホールの蒸発理論」や
相対性理論に量子論を取り入れた「無境界仮説」を提唱するなど、
アインシュタイン以後の宇宙論に大きな影響を与えた
世界的な理論物理学者である。

――『ホーキング、宇宙のすべてを語る』でも議論されている「ひも理論」、あるいはその発展型の「M理論」が正しいと証明されたならば、私たちの生活にどんな影響をもたらすでしょうか。

私たちは、宇宙の起源のような特に極端な状態を除けば、宇宙を支配している法則についてすでに知っています。「ひも理論」を理解すれば、宇宙の起源についてわかるようになるでしょう。生活自体に大きな影響を与えることはないでしょうが、自らの起源を理解することや、宇宙探査によってどんな発見が期待できるのかを理解することは重要なことです。

※ひも理論とは超ひも理論ともいう。粒子が点ではなく、ひもの上の波だとする理論。1960年代後半に作られて84年以降脚光を浴び「完全な統一理論」と期待されたが、現在は、5種類のひも理論を包括するM理論が統一理論の候補となっている

宇宙へ、そして未知との遭遇

――宇宙旅行時代の到来についてどうお考えですか？ 博士がお好きなドラマ「スタートレック」のように、恒星間飛行が可能となっ

て深宇宙まで行けるようになると思いますか?
　個人的にも宇宙旅行は楽しみにしています。実際に行けるようになれば、真っ先にチケットを買い求めると思いますよ。外惑星を除けば、これから１００年以内に太陽系のどこにでも行けるようになるでしょう。ただし、太陽以外の恒星まで行くとなると、もっと先の話でしょうね。４００年もすれば、近くの恒星にも行けるようになると思います。もっとも、スタートレックのようにワープスピードで移動することはできませんから、少なくとも往復には10年以上を費やすことになるでしょうね。
——地球外生命体の存在についてどう思われますか?
　地球上に〝知的生命〟と呼ぶに値するものなど存在するんですか?(笑)冗談はさておき。私たちは「地球上の生命は自然発生的に産み出された」と考えているので、地球以外の宇宙のどこかに生命が存在または誕生する可能性はあるでしょう。しかし、どこか他に知的生命体が存在とするとしても、果てしなく遠いところにいるに違いありません。近くにいるのであれば、もう地球に来ているでしょう。もし、地球に来ていれば、映画の『インデペンデンス・デイ』のようになるから、わかると思いますよ。

もしも、アインシュタインに会ったなら……

——最も影響を受けた科学者は誰ですか?
　ガリレオとアインシュタインです。ガリレオは観測を重視し、現代的な科学者として先駆者的な役割を果たしました。そして、アインシュタイン。彼は最高の科学者です。でも、そのアインシュタインでさえ、量子力学や重力崩壊のように弱い分野もあったというのはほっとしますね。
——ガリレオとアインシュタインに会ったら、どんなことを伝えたいですか?
　ガリレオは、現代科学の何もかも知りたがるでしょうね。ガリレオであればすぐに理解できると思います。アインシュタインには、「ブラックホールについては間違いでしたね」と言うと思います。
——博士は、ニュートンやアインシュタインと並び称される科学者ですが、どのような形でその名を後世に残したいですか?
　マスコミが、ニュートンやアインシュタインと比較して大騒ぎしているだけのことです。個人的には、ブラックホールや宇宙の起源の研究をした人間として記憶されることを願っています。

「ひも理論」を理解すれば、宇宙の起源についてわかるようになるでしょう

宇宙の姿を共有すること

——なぜ『ホーキング、宇宙を語る』(原題〝Brief History Of Time〟)から20年近く経って、『ホーキング、宇宙のすべてを語る』(原題〝Briefer History Of Time〟)を執筆しようと思ったのですか?
※Brief…簡潔な、Briefer…より簡潔な
　私が書いた初の一般書『ホーキング、宇宙を語る』は大反響を呼びましたが、理解しにくいと感じた人も多くいました。そこで、さらにわかりやすいものを新しく執筆することにしたのです。『ホーキング、宇宙を語る』が出版されたあとの成果を加筆し、専門的な要素が強いものは割愛して、一般の読者にとって敷居が低い、読みやすい本が完成しました。一作目を難しく感じた人には、この新作『ホーキング、宇宙のすべてを語る』にトライしていただき、楽しく驚いてもらえれば幸いですね。
——一般の読者が理解できるように、すべてを簡単な言葉に言い換えることに、挫折してしまいそうになることはありませんか?
　〝簡単にすること〟は必要です。ほとんどの人が、理論物理学の非常に数学的な詳細までを習得する時間なんて持ち合わせていませんからね。でも、宇宙の仕組みと、その中における人類の位置付けについての全体像を捉えることは、誰にでも可能ですし、また、そうあるべきだと思っています。私は、この本を通じて、そのことを伝えようとしているのです。
——どうすれば、若い人たちが科学に興味を持つようになるでしょうか。
　今、娘のルーシーと一緒に、子ども向けの本を執筆する計画を立てています。物語形式で相対論と宇宙論について説明するものになるでしょう。
　子どもというのは、いろんな意味で最高の聞き手だと思っています。ためらわずに理由を聞こうとしますし、ごく自然に宇宙に興味を持っている。早い段階で興味を引きつければ、そういった子どもたちが、将来、科学者になるかもしれません。

最　前　線

S-310-36号機の打ち上げ

「だいち」の運用

1月24日10時33分、H-IIAロケット8号機により打ち上げた、陸域観測技術衛星「だいち」（ALOS）は、ロケットから分離された後、太陽電池パドル、データ中継衛星通信部（DRC）、フェーズドアレイ方式Lバンド合成開口レーダ（PARSAR）のアンテナを順次展開し、軌道上の最終形状に移行しました。

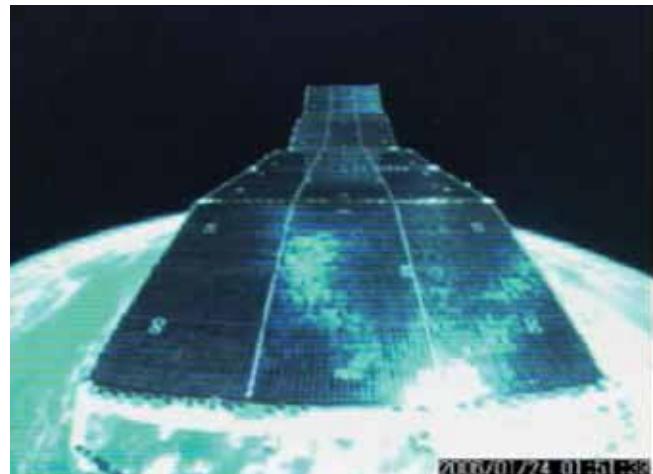
今後、ミッション機器を含む衛星全体の機能・性能を約3か月かけて確認する予定です。また、最初の画像は2月中旬に取得の予定です。

地球をバックに「だいち」太陽電池パドルの展開の様子

観測ロケットS-310-36号機打ち上げに成功

1月22日午後1時、内之浦宇宙空間観測所から、宇宙空間におけるアレイアンテナの構成実験を行う観測ロケットS-310-36号機を打ち上げ、データの収集に成功しました。

実験では、ロケットから切り離した親機を中心とした3機の子機で網面構造を展開しました。子機が三角形状に広がり、この親機、子機群をひとつの大型アンテナに見立て、送電実験が行われました。

S-310ロケットは、全長7.8m、重さ0.8トンの1段式固体ロケット。

「だいち」の愛称応募

陸域観測技術衛星「ALOS」の愛称については、広く一般公募を行いましたが、厳正な審査の結果、「だいち」（英語表記：DAICHI）に決まりました。応募総数4436件（愛称点数1587点）から選定の結果、「だいち」の応募数は全体の約1割を占め、多くの支持を得た愛称であること、またALOSの観測対象が分かりやすいことから選ばれました。「だいち」を提案してくれた487名の中から、抽選の結果、愛知県在住の伊藤龍一さんをペアで、種子島宇宙センターでの「だいち」打ち上げにご招待しました。

愛称「だいち」を応募され、JAXA立川理事長から表彰を受ける伊藤さん

J　A　X　A

NASAで無重力訓練中の左から古川、星出、山崎宇宙飛行士

ISS搭乗日本人宇宙飛行士のMS認定

JAXAは、国際宇宙ステーション（ISS）搭乗宇宙飛行士3名（古川、星出、山崎）にミッションスペシャリスト（MS）の資格を取得させるため、NASAに派遣しました。3名は、約1年8か月にわたり、NASAジョンソン宇宙センターを中心にMS候補者としての訓練を実施しておりましたが、2月10日にNASAからMSとして認定されました。

なおJAXAは、「きぼう」日本実験棟の組立・起動を成功に導くため、既に活動を開始している土井、若田、野口宇宙飛行士とともに、引き続き3名をヒューストンに滞在させ、MS訓練を継続させるとともに、スペースシャトルでの飛行やISS長期滞在に対応できるよう飛行士体制の強化・維持をはかっていきます。

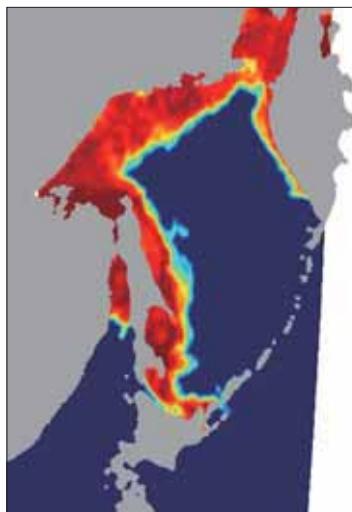
※ミッションスペシャリスト（MS）：搭乗運用技術者。スペースシャトルのシステム運用を行うほか、ロボットアームの操作、船外活動、実験運用などを行う

「JAXA産学官連携シンポジウム」の開催

3回目を迎えた今年は『地球のビジネスは小さすぎた』をキャッチフレーズに、「宇宙ビジネスの未来、新たな提言」と題して、1月17日、六本木ヒルズで開催されました。

第一線で活躍するビジネス・リーダーや若田宇宙飛行士がパネラーとして参加し、「宇宙オープンラボ」を中心に始動している新しい宇宙ビジネスの実例分析や宇宙の産業化に向けたJAXAの役割について、闊達な意見の交換が行われました。

シンポジウムには約650名が参加し大盛況でした。

JAXAが進める「宇宙オープンラボ」は、宇宙+ビジネスにご関心のある企業人・研究者・投資家の皆さまへの情報提供や支援を行う「宇宙ビジネス研究所」です。皆さまの参加をお待ちしています（http://www.openlab-jaxa.jp/）。

オホーツク海の海氷分布

オホーツク海に広がる流氷の最新状況を「オホーツク海の海氷分布ページ」として、地球観測利用推進センター（EORC）のサイトで公開しています。オホーツク海全域に広がる流氷の様子など細かい流氷分布の画像が毎日更新されています。

このほかEORCのサイトでは、衛星が捉えた地球の姿［台風・洪水」「海洋」「大気」「火災・砂塵」などの状況をお伝えしており ます。ぜひご覧ください。

1月24日に初接岸した流氷は、2月13日のこの画像では、知床半島に接岸しています。画面で赤く見えるのが海氷で、色が濃いほど厚い氷になります。NASAの地球観測衛星Aquaに載っているJAXAが開発した観測センサーAMSR-Eデータから作成してあります。

JAXA's 006
宇宙航空研究開発機構機関誌

発行企画●JAXA（宇宙航空研究開発機構）
編集制作●財団法人日本宇宙フォーラム
デザイン●Better Days
印刷製本●株式会社ビー・シー・シー

平成18年2月28日発行

JAXA's 編集委員会
委員長　的川泰宣
副委員長　矢代清高
委員　浅野 眞／寺門和夫
顧問　山根一眞

再生紙（古紙100%）使用

アンケートにご協力ください

今後のJAXA's製作の参考にさせていただきます。今号に挟み込まれた専用ハガキにご記入の上、目隠しシールを貼り付けて、ポストに投函してください（切手不要）また、下記のアドレスより、インターネットによる回答も可能ですのでご利用ください。

https://ssl.tksc.jaxa.jp/jaxas/

アンケートにお答えいただいた方がたに、実物大ペンシルロケット模型を5名様など、200名様にJAXAグッズを差し上げます（多数の場合は抽選）

※お寄せ頂いた個人情報は、プレゼント送付のためにのみ使用し、その他の目的で使用することはありません。

事業所等一覧

本社
航空宇宙技術研究センター
〒182-8522
東京都調布市深大寺東町7-44-1
TEL: 0422-40-3000
FAX: 0422-40-3281

航空宇宙技術研究センター
飛行場分室
〒181-0015
東京都三鷹市大沢6-13-1
TEL: 0422-40-3000
FAX: 0422-40-3281

東京事務所
〒100-8260
東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング（受付2階）
TEL: 03-6266-6000
FAX: 03-6266-6910

相模原キャンパス
〒229-8510
神奈川県相模原市由野台3-1-1
TEL: 042-751-3911
FAX: 042-759-8440

筑波宇宙センター
〒305-8505
茨城県つくば市千現2-1-1
TEL: 029-868-5000
FAX: 029-868-5988

角田宇宙センター
〒981-1525
宮城県角田市君萱字小金沢1
TEL: 0224-68-3111
FAX: 0224-68-2860

種子島宇宙センター
〒891-3793
鹿児島県熊毛郡南種子町
大字茎永字麻津
TEL: 0997-26-2111
FAX: 0997-26-9100

内之浦宇宙空間観測所
〒893-1402
鹿児島県肝属郡肝付町
南方1791-13
TEL: 0994-31-6978
FAX: 0994-67-3811

地球観測センター
〒350-0393
埼玉県比企郡鳩山町大字大橋
字沼ノ上1401
TEL: 049-298-1200
FAX: 049-296-0217

地球観測利用推進センター
〒104-6023
東京都中央区晴海1-8-10
晴海アイランドトリトンスクエア
オフィスタワーX棟23階
TEL: 03-6221-9000
FAX: 03-6221-9191

能代多目的実験場
〒016-0179
秋田県能代市浅内字下西山1
TEL: 0185-52-7123
FAX: 0185-54-3189

三陸大気球観測所
〒022-0102
岩手県大船渡市三陸町吉浜
TEL: 0192-45-2311
FAX: 0192-43-7001

名古屋駐在員事務所
〒460-0022
愛知県名古屋市中区金山1-12-14
金山総合ビル10階
TEL: 052-332-3251
FAX: 052-339-1280

勝浦宇宙通信所
〒299-5213
千葉県勝浦市芳賀花立山1-14
TEL: 0470-73-0654
FAX: 0470-70-7001

増田宇宙通信所
〒891-3603
鹿児島県熊毛郡中種子町
増田1887-1
TEL: 0997-27-1990
FAX: 0997-24-2000

臼田宇宙空間観測所
〒384-0306
長野県佐久市上小田切
字大曲1831-6
TEL: 0267-81-1230
FAX: 0267-81-1234

沖縄宇宙通信所
〒904-0402
沖縄県国頭郡恩納村字安富祖
金良原1712
TEL: 098-967-8211
FAX: 098-983-3001

小笠原追跡所
〒100-2101
東京都小笠原村父島桑ノ木山
TEL: 04998-2-2522
FAX: 04998-2-2360

種子島宇宙センター

2006年3月16日、新種子島空港
（愛称 コスモポート種子島）が開港します。
小型ジェット機の就航が可能となり、
種子島がより身近になります。

ワシントン駐在員事務所
JAXA Washington D.C. Office
2020 K Street, N.W.suite 325,
Washington D.C. 20006 U.S.A.
TEL:+1-202-333-6844
FAX:+1-202-333-6845

ヒューストン駐在員事務所
JAXA Houston Office
100 Cyberonics Boulevard,
Suite 201 Houston, TX 77058 U.S.A.
TEL:+1-281-280-0222
FAX:+1-281-486-1024

ケネディ宇宙センター駐在員事務所
JAXA KSC Liaison Office
O&C Bldg., Room No.1014, Code: JAXA-KSC
John F. Kennedy Space Center, FL 32899, U.S.A.
TEL:+1-321-867-3879/3295
FAX:+1-321-452-9662

パリ駐在員事務所
JAXA Paris Office
3 Avenue Hoche, 75008-Paris, France
TEL:+33-1-4622-4983
FAX:+33-1-4622-4932

バンコク駐在員事務所
JAXA Bangkok Office
B.B Bldg., 13 Flr.Room No.1305
54 Awoke Road, Sukhumvit 21,
Bangkok 10110, Thailand
TEL:+66-2-260-7026
FAX:+66-2-260-7027

「JAXA i」は、
あなたと宇宙を結ぶ
窓口です。

東京駅丸の内北口より徒歩1分　10:00〜20:00・年中無休（元旦を除く）

宇宙航空研究開発機構
Japan Aerospace Exploration Agency

広報部 〒100-8260 東京都千代田区丸の内1-6-5
丸の内北口ビルディング2F
TEL:03-6266-6400 FAX:03-6266-6910

JAXAホームページ http://www.jaxa.jp
宇宙情報センターホームページ http://spaceinfo.jaxa.jp
最新情報メールサービス http://www.jaxa.jp/pr/mail/